

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Mesin Pencacah

Sebelum Berikut ini merupakan desain dari mesin pencacah plastik, yang dimana menggunakan *software solidworks* dalam proses perancangan mesin pencacah plastik, berikut merupakan desain dan spesifikasi dari mesin pencacah plastik :

Mesin Pencacah: Tipe *crusher*

Material Mesin : Besi Baja

Ukuran Mesin : 47cm x 28cm x102,2 cm

Lebar Box Pencacah : 15cm

Motor Listrik : 0.37 kW ,220V, 9,8A



Gambar 4.1 Mesin Pencacah Plastik

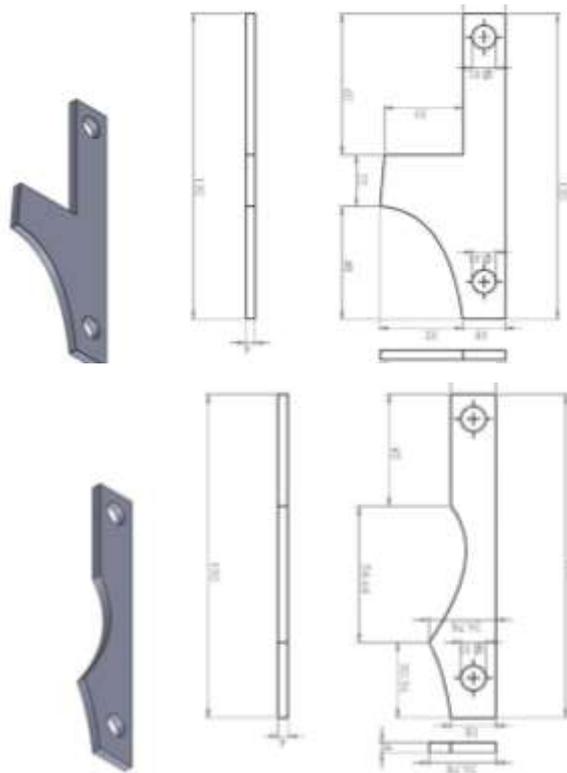
Adapun pada mesin mesin pencacah plastik ini terdapat motor listrik. Motor listrik adalah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan rotasi atau translasi. Motor Listrik ini berfungsi sebagai penggerak utama pada mekanisme mesin pencacah plastik. Berikut merupakan spesifikasi dari motor listrik yang digunakan

Ukuran : Tipe *crusher*

Daya Keluar : 1 1” x 1” 1”

V/Hz/PH : 220/50/1

RPM : 3150



Gambar 4.4 Desain Mata Potong

Material yang akan digunakan pada desain gambar 4.4 ialah baja Bohler K110. Perancangan pisau merupakan langkah penting dalam pengembangan pisau pencacah plastik, yang merupakan mengembahkan dari desain penelitian sebelumnya. Fungsi dari perancangan pisau dapat dilihat dari beberapa aspek. Desain pisau ini mengoptimalkan kinerja pisau tersebut untuk tujuan dalam mencacah plastik. Pisau Pencacah plastik mampu memotong dengan presisi dan efisiensi yang tinggi. Perancangan pisau ini mempertimbangkan pemilihan material yang tepat untuk memastikan kekuatan, ketahanan, dan ketajaman yang optimal. Desain harus mengakomodasi karakteristik fisik dari bahan tersebut.

4.3 Proses Pembuatan Cetakan Dengan 3D Printer

Setelah model 3D dibuat, perangkat lunak slicing digunakan untuk mempersiapkan model untuk pencetakan. Proses slicing ini memecah model menjadi lapisan-lapisan tipis dan menghasilkan instruksi cetak yang dikenal sebagai file *G-code*. Pilih bahan pencetakan yang sesuai dengan kebutuhan

objek yang akan dicetak. Bahan yang umum digunakan termasuk plastik seperti PLA atau ABS, logam, keramik, dan berbagai material lainnya yang sesuai dengan printer 3D tertentu. Jika printer 3D memerlukan pemanasan, nyalakan printer dan panaskan tempat tidur dan/atau ekstruder ke suhu yang sesuai dengan bahan yang gunakan. Selama pencetakan berlangsung, perhatikan dan sesuaikan pengaturan printer sesuai kebutuhan. Ini termasuk pengaturan kecepatan cetak, suhu, dan peningkatan atau penurunan tingkat resolusi. Selama proses pencetakan, perhatikan printer secara teratur untuk memastikan tidak ada masalah yang muncul. Jika ada masalah seperti cetakan gagal atau melekat, berhenti dan perbaiki masalahnya sebelum melanjutkan. Setelah pencetakan selesai, biarkan objek mendingin sebelum memisahkannya dari tempat printer. Kemudian, bersihkan objek dari material tambahan yang mungkin melekat pada cetakan. Setelah dicetak, objek mungkin memerlukan pengujian untuk memastikan bahwa dimensi, kekuatan, dan kualitas permukaan sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 4.5 Cetakan Mata Potong

4.4 Proses Permesinan Mata Pisau

Setelah membuat cetakan dengan menggunakan 3D printer yang digunakan sebagai parameter dalam proses pembuatan mata pisau. Sebelum melakukan proses permesinan pada cetakan hal yang perlu dilakukan adalah menyiapkan alat yang digunakan. Dimana pada proses permesinan kali ini menggunakan *cutting plasma*. Pada proses permesinan ini dimana cetakan dibuat untuk sebagai parameter dalam proses permesinannya. *Plasma cutting* dapat digunakan untuk memotong logam dengan presisi yang tinggi, bahkan pada material yang tebal. Ini membuatnya menjadi metode yang populer dalam pembuatan produk-produk yang memerlukan ketelitian,

seperti pada proses pembuatan mata pisau ini. lasma cutting biasanya lebih cepat daripada metode pemotongan logam lainnya seperti pemotongan dengan gas atau pemotongan dengan laser. Kecepatan ini membuatnya efisien dalam produksi massal dan pembuatan prototipe. *Plasma cutting* dapat digunakan untuk memotong material dengan ketebalan yang bervariasi, mulai dari beberapa milimeter hingga beberapa inci. Ini membuatnya cocok untuk berbagai proyek, dari pembuatan logam tipis hingga struktur baja yang tebal. *Plasma cutting* dapat digunakan untuk memotong bentuk-bentuk kompleks dengan akurasi yang tinggi. Hal ini memungkinkan untuk pembuatan produk-produk yang memiliki desain rumit atau *custom*. Dengan kombinasi kecepatan, ketepatan, kemampuan memotong berbagai material, dan kemudahan penggunaan, *Plasma cutting* telah menjadi salah satu metode pemotongan logam yang paling umum dan diperlukan dalam industri manufaktur modern. Berikut spesifikasi mesin *cutting plasma* yang digunakan:

Tabel 4.1 Spesifikasi Plasma *Cutting*

Spesifikasi	Detail
Ketebalan pemotongan	5-100mm
Lingkaran pemotongan	30-700mm
Kecepatan Pemotongan	100-1000mm/menit
Dimensi Mesin(LxTxD)	500mm x 760mm x 1050 mm
Berat	44,0 kg
Jenis Gas	Asetilena,Propana,gas alam



Gambar 4.6 Mata Potong



Gambar 4.7 Mata Potong Statis

4.5 Waktu Manufaktur Permesinan

Waktu yang diperlukan atau waktu pengerjaan untuk menyelesaikan manufaktur dari tiap jenis mata potong mesin pencacah plastik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Waktu Manufaktur

Jenis Mata Potong	Jumlah Mata Potong	Waktu (menit)	Total Waktu
Mata Potong	13	125 menit	1625menit
			
Mata Potong Diam 1	14	105menit	1470menit
			

Mata Potong Diam 2			
	13	100 menit	1300 menit
Ring			
	13	45 menit	585menit
Total waktu manufaktur mata potong			4980 menit

Dari tabel diatas didapat total waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan dari tiap – tiap mata potong beserta ringnya dengan total waktu yaitu 4980 menit atau 83 jam atau 3 hari 4 jam dan 58 menit dalam menyelesaikan manufaktur pembuatan mata potong tersebut. Jika dikalkulasikan dengan lama pekerja yang bekerja sehari selama 8 jam kerja, maka dibutuhkan waktu selama 10 hari 4 jam 58 menit

4.6 Analisa Mekanika Pembebanan

Pembebanan dilakukan pada bagian daerah yang melakukan kontak langsung dengan plastik. Pembebanan menggunakan besarnya gayapotong. Namun sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu besarnya tegangan geser plastik. Adapun spesifikasi dari perancangan perhitungannya yaitu sebagai berikut.

1. Luas Penampang Masukan

$$A= t \times L$$

$$= 1.2 \text{ mm} \times 30.5 \text{ mm}$$

$$= 36.6 \text{ mm}^2$$

2. Tegangan Geser Plastik

Tegangan geser plastik menurut referensi jurnal "*Shigley's mechanical engineering design 9th edition*" adalah sebesar 0.577 dari ultimate yield strength material plastik. Adapun besarnya *yield strength* dari material HDPE yaitu 20.67 MPa. Adapun perhitungan besarnya tegangan geser material PET yaitu

$$f_s = 0.577 \times y_s$$

$$= 0,577 \times 20,67 \text{ MPa}$$

$$= 11,92 \text{ MPa}$$

$$= 11,92 \text{ N/mm}^2$$

Adapun perhitungan besarnya gaya pemotongan yaitu sebagai berikut.

$$F = A \times f_s$$

$$F = 36.6 \text{ mm}^2 \times 11,92 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 436.272 \text{ N}$$

3. Torsi Yang Dibutuhkan Untuk Memotong

Panjang mata potong yaitu 108mm serta gabungan ketebalan material yaitu 1,2 mm. Maka untuk terjadinya proses suatu pencacahan plastik gaya potong harus lebih besar daripada gaya yang dibutuhkan untuk mencacah plastik. Dengan radius yang terbentuk pada ujung mata potong yang diakibatkan oleh perputaran mata potong yaitu 54mm

$$T = F \cdot r$$

$$T = 436,72 \text{ N} \times 0,054 \text{ m}$$

$$T = 23,558 \text{ N}$$

4. Torsi Aktual Pada Motor

Panjang mata potong yaitu 108mm serta gabungan ketebalan material yaitu 1,2 mm. Maka untuk terjadinya proses suatu pencacahan plastik gaya potong harus lebih besar daripada gaya yang dibutuhkan untuk mencacah plastik. Dengan radius yang terbentuk pada ujung mata potong

$$HP = \frac{W}{745,7}$$

$$HP = \frac{370}{745,7}$$

$$HP = 0,496$$

Kemudian jika sudah mendapatkan nilai HP yang dikonversi dari nilai watt motor maka, didapatkan nilai torsi actual sebagai berikut:

$$T = \frac{HP \times 5252}{RPM}$$

$$T = \frac{0,496 \times 5252}{43,4}$$

$$T = 60,022 \text{ Nm}$$

5. Proses pemotongan *shearing*,

Dimana *shearing* adalah proses pemotongan lembaran lembaran besar dan menghasilkan lembaran lembaran kecil, nilai *yield strength* dari jenis plastik HDPE adalah 20,67 MPA, yang didapat dari jurnal. HDPE $\sigma_{yp} = 20.67 \text{ Mpa} = 20.67 \text{ N/mm}^2 = 2,107 \text{ kg/mm}^2$. Setelah diperoleh nilai σ_{yp} maka bisa didapatkan Fplastik pada plastik jenis HDPE adapun persamaan yang digunakan antara lain:

$$P = \frac{t \times L \times 0,5 \sigma_{yp}}{10}$$

$$= \frac{1,2 \times 50 \times 2,107}{10}$$

$$= 12,642 \text{ kg}$$

Dengan pengaruh torsi yang bekerja maka gaya yang berada pada ujung mata pisau dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan umum torsi sebagai berikut :

$$T_h = F_{pisau} \cdot r$$

$$F_{pisau} = \frac{T_h}{r}$$

$$= \frac{23,558}{0,54}$$

$$= \frac{23,558}{0,54} = 43,625 \text{ kg}$$

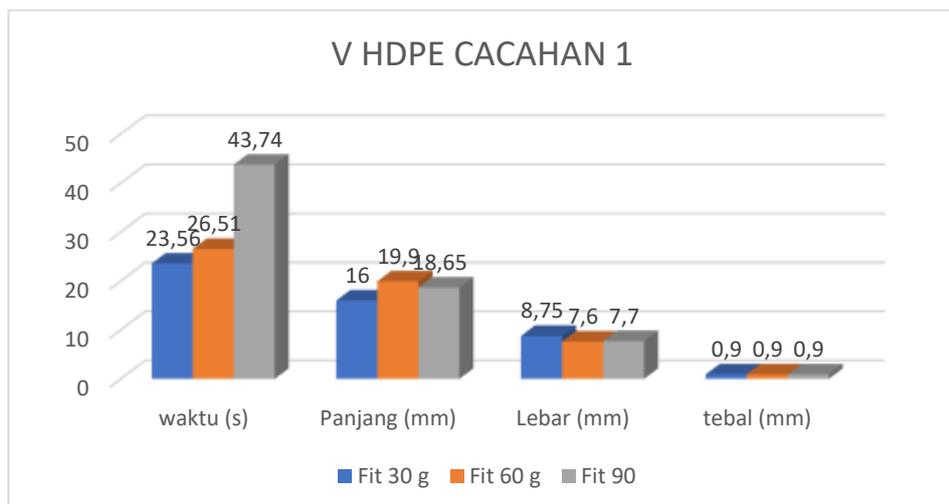
4.7 Analisa Hasil Cacahan

Proses pencacahan plastik tipe HDPE menggunakan mesin pencacah plastik tipe *crusher* menghasilkan hasil cacahan berupa potongan – potongan kecil juga serpihan – serpihan. Dengan input berat gram, gram dan gram adapun hasil cacahan tersebut tercantum pada tabel berikut ini

Tabel 4.3 Hasil Cacahan Botol Plastik V

Keterangan		Uji Coba Tutup Botol Plastik V Jenis HDPE (gram)		
Variabel	Cacahan ke	30	60	90
Waktu (Detik)	1	25.36	26.51	43.74
	2	13.6	17.26	28.98
Tebal (mm)	1	0.9	0.9	0.9
	2	0.9	0.9	0.9
Panjang (mm)	1	16	19.9	18.65
	2	4.8	4.45	4.95
Lebar(mm)	1	8.75	7.6	7.7
	2	4.25	3.8	4.7

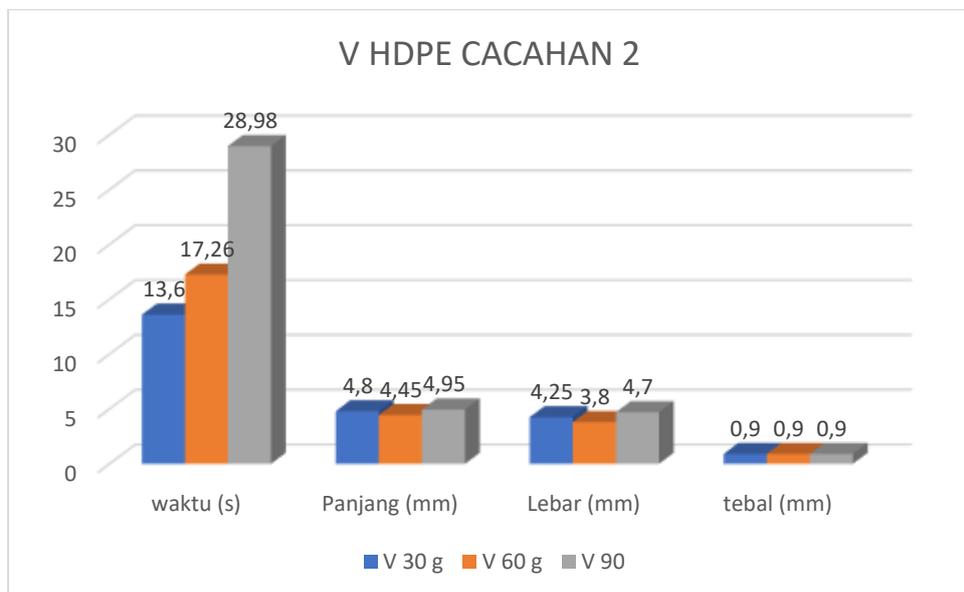
Pada table 4.2 ini hasil dari perbandingan dari setiap variasi pengujian yang dimana pada table diatas merupakan pengujian spesimen benda uji tutup botol V yang memiliki massa sebesar 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Dimana dalam pengujian nya didapatkan dari pengambilan data waktu yang menggunakan alat ukur berupa *stopwatch handphone*. Kemudian dalam penghitungan dimensi benda uji menggunakan mikrometer skrup dan jangka sorong.



Gambar 4.8 Grafik V HDPE Cacahan 1

Pada gambar 4.8, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan pertama. Grafik

ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Sesuai dengan literatur, grafik ini memperlihatkan bahwa semakin banyak massa yang dicacah, waktu pencacahan semakin lama, begitu pula sebaliknya. Pada grafik tersebut, massa V 30 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 23,56 detik, V 60 gram memiliki waktu pencacahan pertama sebesar 26,51 detik, dan V 90 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 43,74 detik. Jika dilihat dari dimensi cacahan pada setiap pengujian, data menunjukkan hasil yang hampir sama, yang menunjukkan bahwa mesin pencacah yang dirancang memiliki konsistensi dalam pemotongannya. Berdasarkan dimensi panjang, V 30 gram memiliki dimensi sebesar 16 mm, V 60 gram sebesar 19,9 mm, dan V 90 gram sebesar 18,65 mm. Sedangkan dimensi tebalnya memiliki nilai yang sama pada setiap pengujian, karena mesin pencacah hanya memotong berdasarkan luas permukaan.



Gambar 4.9 Grafik V HDPE Cacahan 2

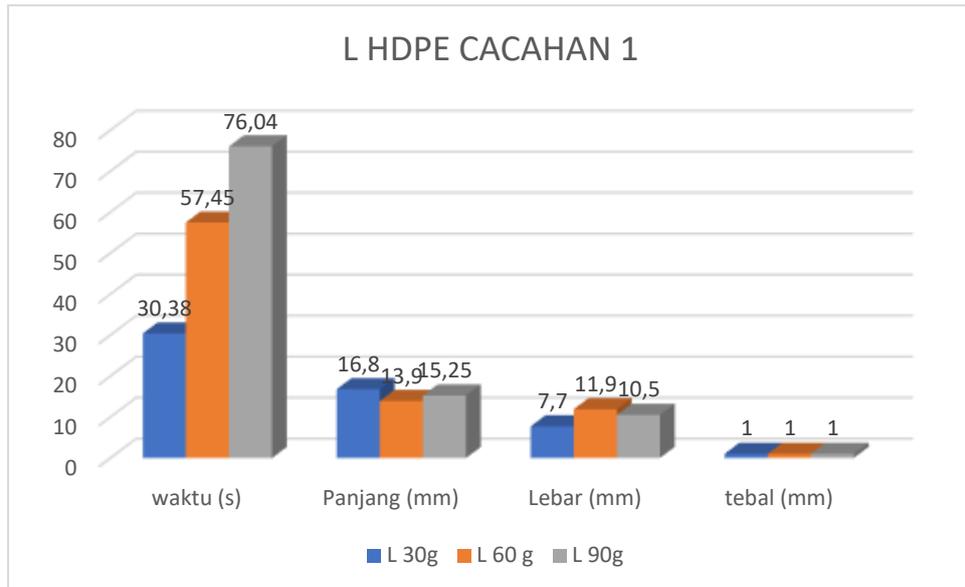
Pada gambar 4.9, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan. Perbedaan grafik ini berdasarkan massa pengujiannya, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Waktu yang diperlukan untuk mencacah HDPE seberat 30 gram adalah

13,6 detik, sedangkan untuk 60 gram adalah 17,26 detik, dan untuk 90 gram adalah 28,98 detik. Ini menunjukkan bahwa semakin berat bahan HDPE yang digunakan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pencacahan. Hal ini disebabkan oleh jumlah material yang lebih banyak untuk diproses. Panjang hasil cacahan untuk 30 gram adalah 4,8 mm, untuk 60 gram adalah 4,45 mm, dan untuk 90 gram adalah 4,95 mm. Panjang cacahan cenderung tidak stabil dan menunjukkan sedikit variasi, tanpa tren peningkatan atau penurunan yang signifikan dengan bertambahnya berat. Hal ini membuktikan bahwa mesin pencacah yang dirancang bekerja dengan sangat konstan dan baik, sehingga menghasilkan cacahan yang konsisten.

Tabel 4.4 Hasil Cacahan Botol Plastik L

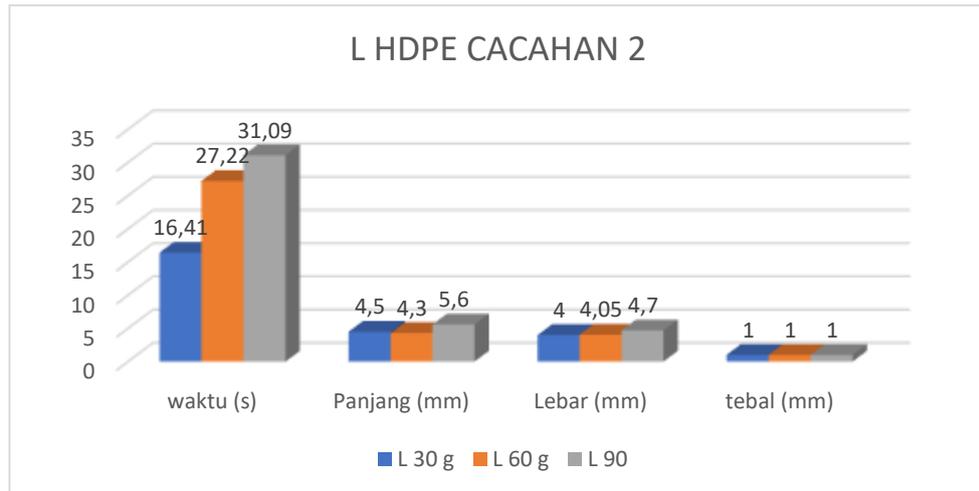
Keterangan		Uji Coba Tutup Botol Plastik L Jenis HDPE (Gram)		
		30	60	90
Variabel	Cacahan ke			
Variabel Waktu (Detik)	1	30.38	57.45	1.16,04
	2	16.41	27.22	31.09
Tebal Tebal (mm)	1	1	1	1
	2	1	1	1
Panjang Panjang (mm)	1	16.8	13.9	15.25
	2	4.5	4.3	5.6
Lebar	1	7.7	11.9	10.5
	2	4	4.05	4.7

Pada table 4.4 ini hasil dari perbandingan dari setiap variasi pengujian yang dimana pada table diatas merupakan pengujian spesimen benda uji tutup botol L yang memiliki massa sebesar 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Dimana dalam pengujian nya didapatkan dari pengambilan data waktu yang menggunakan alat ukur berupa *stopwatch handphone*. Kemudian dalam penghitungan dimensi benda uji menggunakan mikrometer skrup dan jangka sorong.



Gambar 4.10 Grafik L HDPE Cacahan 1

Pada gambar 4.10, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan pertama. Grafik ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Sesuai dengan literatur, grafik ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa yang dicacah, waktu pencacahan semakin lama, dan sebaliknya. Pada grafik tersebut, massa L 30 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 30,38 detik, L 60 gram memiliki waktu pencacahan pertama sebesar 57,45 detik, dan L 90 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 76,04 detik. Jika dilihat dari dimensi cacahan pada setiap pengujian, data menunjukkan hasil yang hampir sama, yang menunjukkan bahwa mesin pencacah yang dirancang memiliki konsistensi dalam pemotongannya. Berdasarkan dimensi panjang, L 30 gram memiliki dimensi sebesar 16,8 mm, L 60 gram sebesar 13,9 mm, dan L 90 gram sebesar 15,25 mm. Dimensi panjang menunjukkan hasil yang hampir sama, karena mesin pencacah yang digunakan memiliki kualitas pemotongan yang baik dan menghasilkan hasil yang konstan. Sedangkan dimensi tebalnya memiliki nilai yang sama pada setiap pengujian, karena mesin pencacah hanya memotong berdasarkan luas permukaan.



Gambar 4.11 Grafik L HDPE Cacahan 2

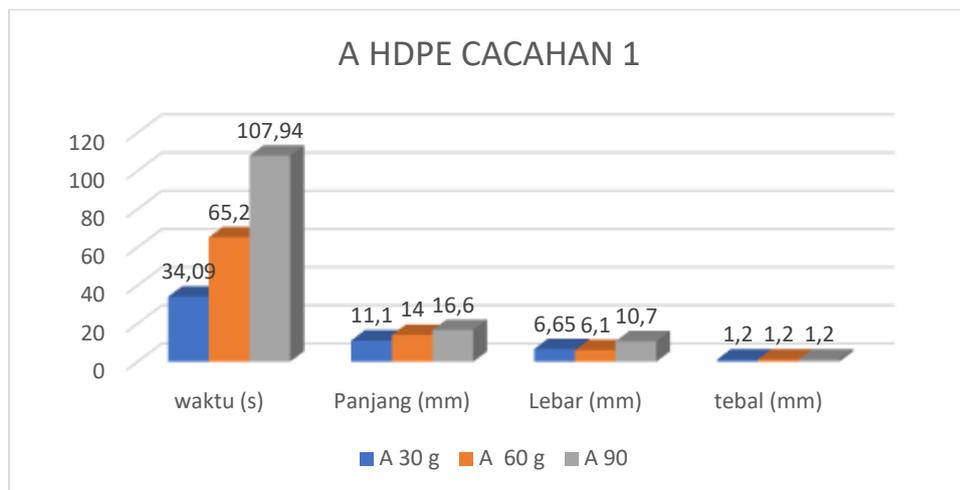
Pada gambar 4.11, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan kedua. Grafik ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Waktu yang diperlukan untuk mencacah HDPE seberat 30 gram adalah 16,41 detik, sedangkan untuk 60 gram adalah 27,22 detik, dan untuk 90 gram adalah 31,09 detik. Ini menunjukkan bahwa semakin berat bahan HDPE yang digunakan, semakin lama waktu yang dibutuhkan. Hal ini mungkin disebabkan oleh lebih banyaknya material yang perlu diproses. Panjang hasil cacahan untuk 30 gram adalah 4,5 mm, untuk 60 gram adalah 4,05 mm, dan untuk 90 gram adalah 4,95 mm. Panjang cacahan cenderung tidak stabil dan menunjukkan sedikit variasi, tanpa tren peningkatan atau penurunan yang signifikan dengan bertambahnya berat. Hal ini membuktikan bahwa mesin pencacah yang dirancang bekerja dengan sangat konstan dan baik, sehingga menghasilkan cacahan yang konsisten.

Tabel 4.5 Hasil Cacahan Botol Plastik A

Keterangan		Uji Coba Tutup Botol Plastik A Jenis HDPE (gram)		
Variabel	Cacahan ke	30	60	90
Waktu (Detik)	1	34.09	1.05.20	1.47.94

	2	19.33	28.21	29.06
Tebal (mm)	1	1.2	1.2	1.2
	2	1.2	1.2	1.2
Panjang (mm)	1	11.1	14	16.6
	2	3.9	5.5	4.2
Lebar(mm)	1	6.65	6.1	10.7
	2	3.4	4.16	3.8

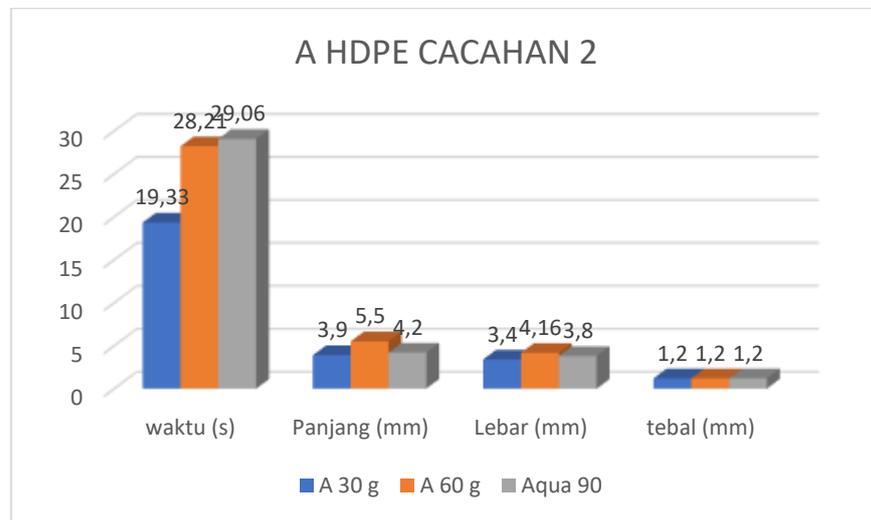
Pada table 4.5 ini hasil dari perbandingan dari setiap variasi pengujian yang dimana pada table diatas merupakan pengujian spesimen benda uji tutup botol A yang memiliki massa sebesar 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Dimana dalam pengujian nya didapatkan dari pengambilan data waktu yang menggunakan alat ukur berupa *stopwatch handphone*. Kemudian dalam penghitungan dimensi benda uji menggunakan mikrometer skrup dan jangka sorong.



Gambar 4.12 Grafik A HDPE Cacahan 1

Pada gambar 4.12, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan pertama. Grafik ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Sesuai dengan literatur, grafik ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa yang dicacah, semakin lama waktu pencacahan, dan sebaliknya. Pada grafik tersebut, massa A 30 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 34,09 detik, A 60 gram memiliki waktu pencacahan

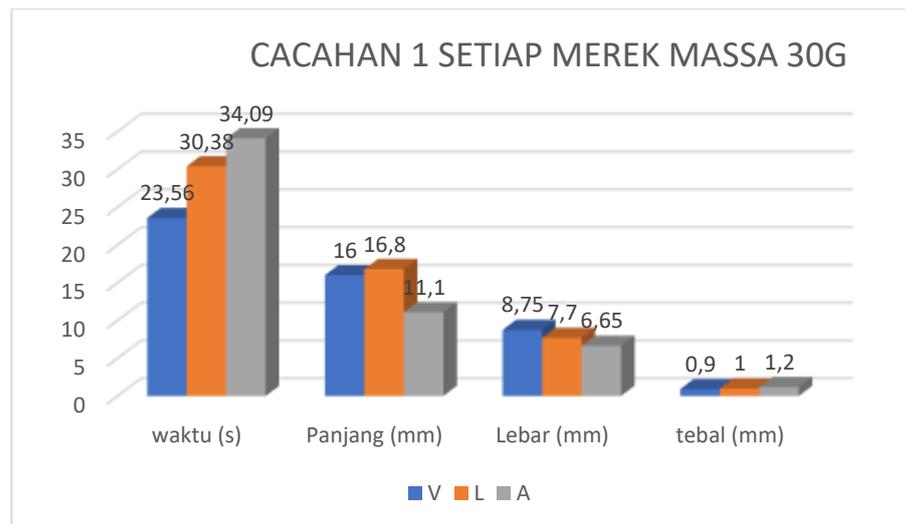
pertama sebesar 65,2 detik, dan A 90 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 107,94 detik. Jika dilihat dari dimensi cacahan pada setiap pengujian, data menunjukkan hasil yang hampir sama, yang menunjukkan bahwa mesin pencacah yang dirancang memiliki konsistensi dalam pemotongannya. Berdasarkan dimensi panjang, A 30 gram memiliki dimensi sebesar 11,1 mm, A 60 gram sebesar 14 mm, dan A 90 gram sebesar 16,6 mm. Dimensi panjang menunjukkan hasil yang hampir mirip karena mesin pencacah yang digunakan memiliki kualitas pemotongan yang baik dan menghasilkan hasil yang konstan. Sedangkan dimensi tebal memiliki nilai yang sama pada setiap pengujian, karena mesin pencacah hanya memotong berdasarkan luas permukaan.



Gambar 4.13 Grafik A HDPE Cacahan 2

Terlihat pada gambar 4.13 merupakan grafik perbandingan setiap setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa setiap pencacahan pada tahapan cacahan kedua. Perbedaan grafik diatas dibedakan berdasarkan massa pengujiannya, yang dimana dibedakan menjadi 30 gram, 60 gram, 90 gram. Waktu yang diperlukan untuk A 30 gram HDPE cacahan adalah 19,33 detik, sementara untuk 60 gram A adalah 28,21 detik, dan untuk 90 gram A adalah 29,06 detik. Ini menunjukkan bahwa semakin berat bahan HDPE yang digunakan, waktu yang dibutuhkan semakin lama. Hal ini bisa dikarenakan lebih banyak material yang perlu diproses. Panjang hasil cacahan untuk 30 gram A

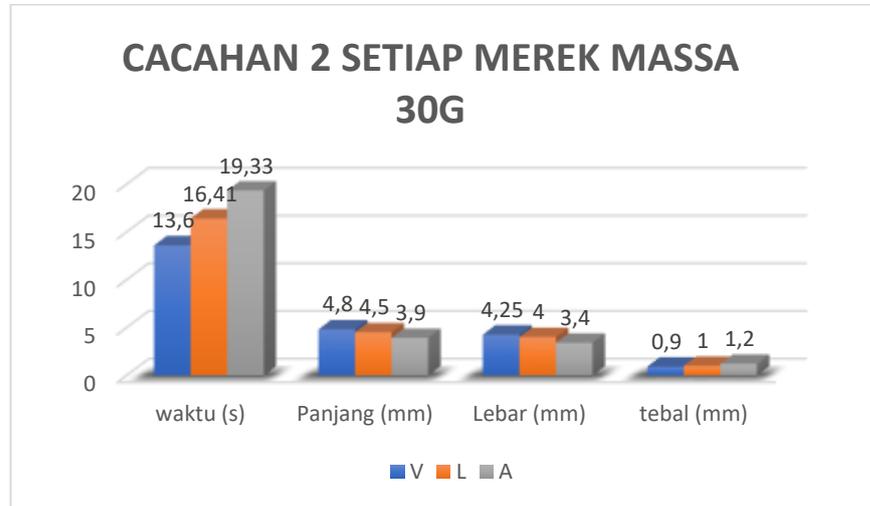
adalah 3,9 mm, untuk 60 gram A adalah 5,5 mm, dan untuk 90 gram A adalah 4,2 mm. Panjang cacahan cenderung tidak stabil dan menunjukkan sedikit variasi, tidak ada tren peningkatan atau penurunan yang signifikan dengan bertambahnya berat. Hal ini membuktikan bahwa mesin pencacah yang dirancang memakan dengan sangat konstan dan baik. Sehingga dapat dilihat memiliki hasil cacahan yang konstan.



Gambar 4.14 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 30g

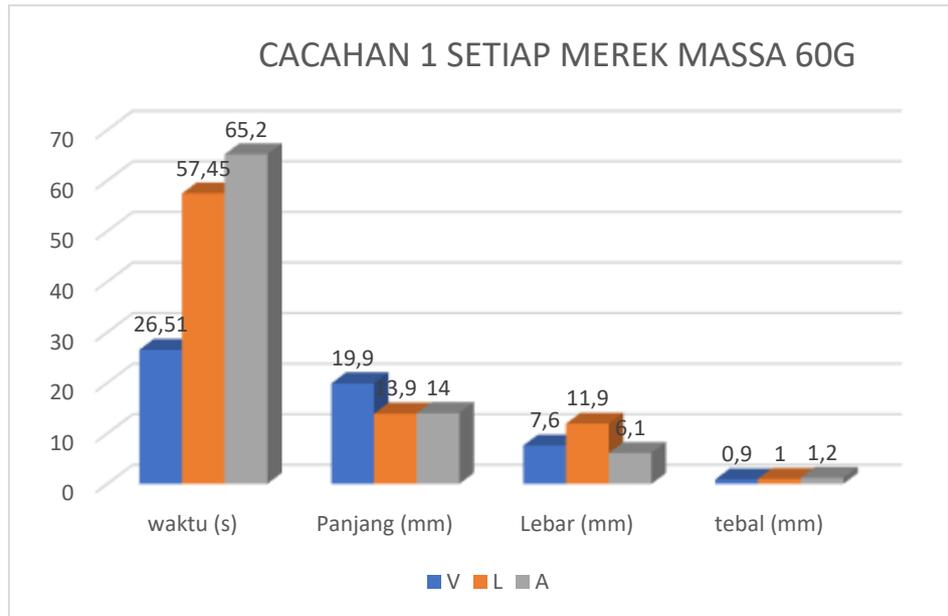
Terlihat pada gambar 4.14 menunjukkan perbandingan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE cacahan dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram dengan hasil cacahan pertama. Pada grafik V membutuhkan waktu 23,56 detik, L membutuhkan 30,38 detik, dan A membutuhkan waktu 34,09 detik. ini menunjukkan bahwa V adalah yang paling efisien dalam hal waktu pemrosesan, sementara A memerlukan waktu paling lama. Hal ini dikarenakan dari ketebalan bahan yang berbeda serta dimensi bentuk yang sedikit berbeda. Pada grafik tersebut V memiliki tutup kemasan yang paling tipis sebesar 0,9mm, sedangkan A memiliki ketebalan sebesar 1,2 mm, hal tersebut yang membedakan hasil waktu dari pencacahan. Kemudian V menghasilkan panjang cacahan sebesar 16 mm, L sebesar 11,1 mm, dan A sebesar 16,8 mm. Lebar cacahan V adalah 8,75 mm, L adalah 7,7 mm, dan A adalah 6,65 mm. Pada dimensi setiap

kemasan memiliki hasil yang hamper mirip, dikarenakan dari mesin pencacah yang digunakan memiliki pemotongan yang konstan, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan memiliki hasil yang tidak terlalu berbeda



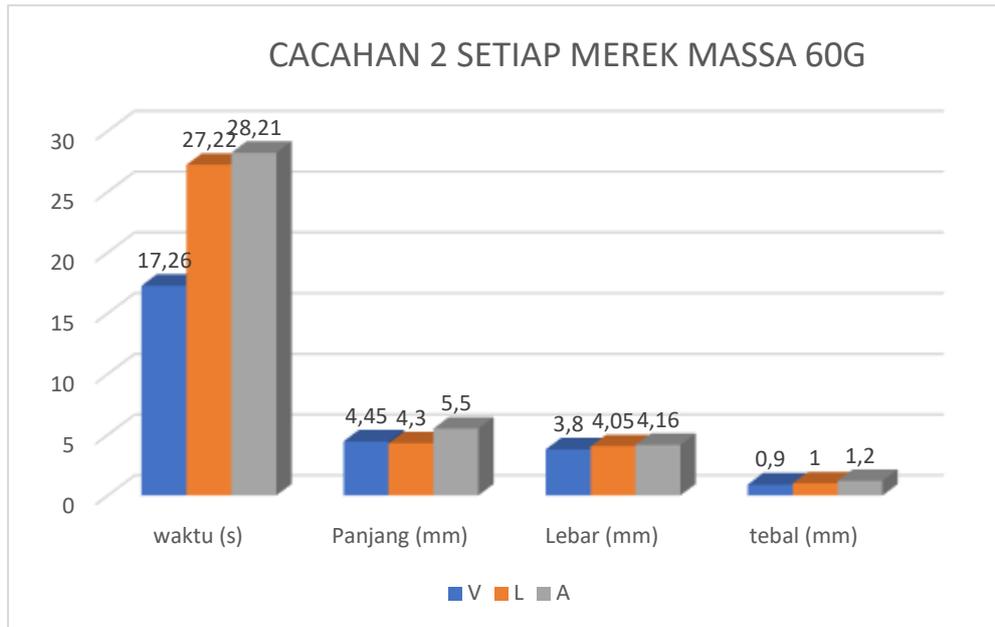
Gambar 4.15 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 30g

Terlihat pada gambar 4.15 menunjukkan perbandingan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE cacahan dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram dengan hasil cacahan kedua. Pada grafik V membutuhkan waktu 13,6 detik, L membutuhkan waktu 16,41 detik, dan A membutuhkan waktu 19,33 detik. Pada data grafik ini dapat dilihat dari waktu pencacahan yang terbilang saling mendekatik, hal ini dikarenakan dari hasil cacahan yang memiliki dimensi hasil cacahan pertama yang sama sehingga pada cacahan yang kedua memiliki hasil waktu yang saling mendekati. Kemudian pada dimensi V menghasilkan panjang cacahan sebesar 4,8 mm, L sebesar 4,5 mm, dan A sebesar 3,9 mm. Lebar cacahan V adalah 4,25 mm, L adalah 4 mm, dan A adalah 3,3 mm. Pada dimensi setiap kemasan memiliki hasil yang hampir mirip, dikarenakan dari mesin pencacah yang digunakan memiliki pemotongan yang konstan, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan memiliki hasil yang tidak terlalu berbeda, dari hasil cacahan 3 tiga spesimen benda uji ini berhasil mencapai variable kebebasan dimana memiliki hasil cacahan sebesar 0,5 mm.



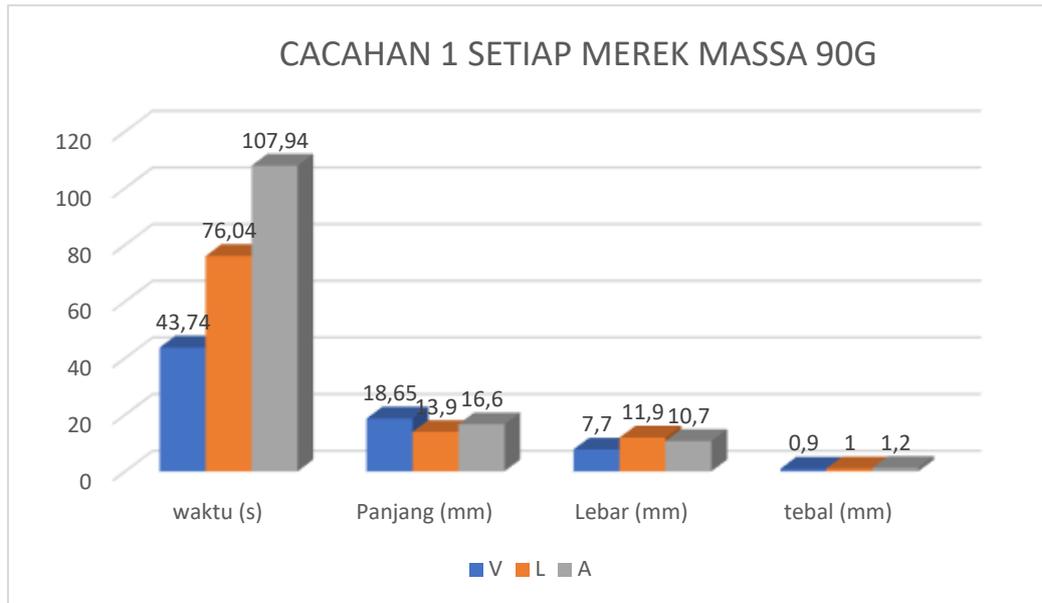
Gambar 4.16 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 60g

Terlihat pada gambar 4.16 menunjukkan perbandingan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE cacahan dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 60 gram dengan hasil cacahan pertama. Pada grafik V membutuhkan waktu 26,51 detik, L membutuhkan 57,45 detik, dan A membutuhkan waktu 65,2 detik. Ini menunjukkan bahwa V adalah yang paling efisien dalam hal waktu pemrosesan, sementara A memerlukan waktu paling lama. Hal ini dikarenakan dari ketebalan bahan yang berbeda serta dimensi bentuk yang sedikit berbeda. Pada grafik tersebut V memiliki tutup kemasan yang paling tipis sebesar 0,9mm, sedangkan A memiliki ketebalan sebesar 1,2 mm, hal tersebut yang membedakan hasil waktu dari pencacahan. Kemudian V menghasilkan panjang cacahan sebesar 19,9mm, L sebesar 13,9 mm, dan A sebesar 14 mm. Lebar cacahan V adalah 7,76 mm, L adalah 11,9 mm, dan A adalah 6,1 mm. Pada dimensi setiap kemasan memiliki hasil yang hampir mirip, dikarenakan dari mesin pencacah yang digunakan memiliki pemotongan yang konstan, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan memiliki hasil yang tidak terlalu berbeda.



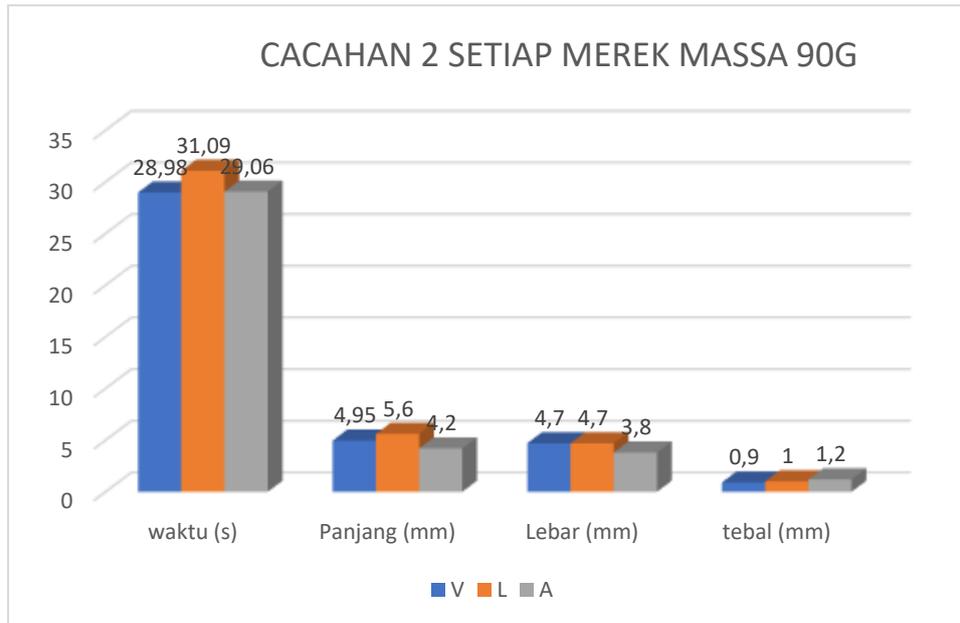
Gambar 4.17 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 60g

Terlihat pada gambar 4.17 membandingkan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram dalam proses pencacahan kedua. Berdasarkan grafik, V memerlukan waktu 17,26 detik, L memerlukan waktu 27,22 detik, dan A memerlukan waktu 28,21 detik. Data pada grafik menunjukkan bahwa waktu pencacahan dari ketiga merek ini cukup mirip, yang disebabkan oleh dimensi hasil cacahan pertama yang serupa sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pencacahan kedua pun hampir sama. Untuk dimensi, V menghasilkan panjang cacahan rata-rata sebesar 4,45 mm, L sebesar 4,3 mm, dan A sebesar 5,5 mm. Lebar cacahan untuk V adalah 3,84 mm, L adalah 4,05 mm, dan A adalah 4,16 mm. Dimensi cacahan dari masing-masing kemasan menunjukkan hasil yang hampir serupa, yang disebabkan oleh mesin pencacah yang digunakan menghasilkan potongan yang konsisten. Dengan demikian, dimensi cacahan yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari hasil cacahan tiga spesimen benda uji ini, mereka berhasil mencapai variabilitas kebebasan dengan cacahan sebesar 0,5 cm.



Gambar 4.18 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 90g

Terlihat pada gambar 4.18 membandingkan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 90 gram dalam proses pencacahan pertama. Berdasarkan grafik, V memerlukan waktu 43,74 detik, L memerlukan waktu 76,04 detik, dan A membutuhkan waktu 107,94 detik. Ini menunjukkan bahwa V adalah yang paling efisien dalam hal waktu pemrosesan, sementara A memerlukan waktu paling lama. Perbedaan waktu ini disebabkan oleh ketebalan bahan dan dimensi bentuk yang sedikit berbeda di antara ketiga merek tersebut. V memiliki ketebalan tutup kemasan yang paling tipis, yaitu 0,9 mm, sedangkan A memiliki ketebalan sebesar 1,2 mm. Perbedaan ini berkontribusi pada variasi waktu pencacahan. Untuk dimensi panjang cacahan, V menghasilkan panjang sebesar 18,65 mm, L 15,25 mm, dan A 16,6 mm. Lebar cacahan untuk V adalah 7,7 mm, L 10,5 mm, dan A 6,1 mm. Dimensi cacahan dari setiap kemasan menunjukkan hasil yang hampir serupa karena mesin pencacah yang digunakan menghasilkan potongan yang konsisten, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.



Gambar 4.19 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 90g

Terlihat pada gambar 4.19, menampilkan perbandingan antara waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE dari tiga merek yang berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 90 gram dalam proses pencacahan kedua. Berdasarkan grafik tersebut, waktu yang dibutuhkan oleh V adalah 28,98 detik, L membutuhkan 31,09 detik, dan A membutuhkan 29,06 detik. Data dalam grafik ini mengindikasikan bahwa waktu pencacahan dari ketiga merek ini relatif mirip, yang disebabkan oleh dimensi hasil cacahan pertama yang hampir sama sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pencacahan kedua juga hampir sama. Untuk dimensi panjang cacahan, V menghasilkan panjang rata-rata sebesar 4,95 mm, L sebesar 5,6 mm, dan A sebesar 4,2 mm. Lebar cacahan V adalah 4,7 mm, L adalah 4,7 mm, dan A adalah 3,8 mm. Dimensi cacahan dari masing-masing merek menunjukkan hasil yang hampir serupa, yang disebabkan oleh penggunaan mesin pencacah yang menghasilkan potongan yang konsisten. Oleh karena itu, dimensi cacahan yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari hasil pencacahan tiga spesimen benda uji ini, mereka berhasil mencapai variabilitas kebebasan dengan cacahan sebesar 0,5 cm.

Tabel 4.5 Persentase Rendemen Hasil Cacahan Tutup Botol Plastik

Spesimen Benda Uji		Berat sebelum cacahan	Berat Hasil Cacahan Yang Keluar	Berat Hasil Cacahan Yang tertinggal	Persentase Rendemen
Benda Uji V	30 g	30	27,56	2,44	91,86%
	60 g	60	56,58	3,42	94,3%
	90 g	90	87,51	2,49	97,23%
Benda Uji L	30 g	30	28,32	1,68	94,4%
	60 g	60	57,32	2,68	95,53%
	90 g	90	85,46	4,54	94,95%
Benda Uji A	30 g	30	27,48	2,52	91,6%
	60 g	60	58,61	1,39	97,68%
	90 g	90	84,91	5,09	94,34%

Untuk melihat persentase rendemen hasil cacahan yang keluar dari mesin, dilakukan proses pengambilan data dan perhitungan dengan cara membagi berat hasil cacahan yang masih tertinggal dengan berat plastik yang akan dicacah, kemudian dikalikan seratus persen. Untuk mengetahui persentase rendemen rata-rata hasil cacahan yang keluar, dilakukan penjumlahan data persentase rendemen, kemudian hasilnya dikalikan 9 karena telah dilakukan uji coba sebanyak sembilan kali. Tabel 4.5 menunjukkan data persentase rendemen hasil cacahan yang keluar dari penutup *output* mesin.

Perhitungan Rendemen hasil cacahan yang keluar (%) :

$$\frac{\text{Berat plastik yang dicacah} - \text{Berat hasil cacahan yang tertinggal}}{\text{Berat plastik yang dicacah}} \times 100\%$$

- Benda Uji V

1. Uji Coba 30 g

$$\frac{30 \text{ g} - 2,44 \text{ g}}{30 \text{ g}} \times 100\% = 91,86 \%$$

2. Uji Coba 60 g

$$\frac{60 \text{ g} - 3,42 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100\% = 94,3 \%$$

3. Uji Coba 90 g

$$\frac{90 \text{ g} - 2,49 \text{ g}}{90 \text{ g}} \times 100\% = 97,23 \%$$

- Benda Uji L

1. Uji Coba 30 g

$$\frac{30 \text{ g} - 1,68 \text{ g}}{30 \text{ g}} \times 100\% = 94,4 \%$$

2. Uji Coba 60 g

$$\frac{60 \text{ g} - 2,68 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100\% = 95,53 \%$$

3. Uji Coba 90 g

$$\frac{90 \text{ g} - 4,54 \text{ g}}{90 \text{ g}} \times 100\% = 94,95 \%$$

- Benda Uji A

1. Uji Coba 30 g

$$\frac{30 \text{ g} - 2,52 \text{ g}}{30 \text{ g}} \times 100\% = 91,6 \%$$

2. Uji Coba 60 g

$$\frac{60 \text{ g} - 1,39 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100\% = 97,68 \%$$

3. Uji Coba 90 g

$$\frac{90 \text{ g} - 5,09 \text{ g}}{90 \text{ g}} \times 100\% = 94,34 \%$$

Perhitungan rendemen rata-rata :

$$\frac{91,86\%, 94,3\%, 97,23\%, 94,4\%, 95,53\%, 94,95\%, 91,6\%, 97,68\%, 94,34\%}{9} = \\ = 94,65\%$$

Maka, persentase rendemen rata-rata hasil cacahan yang keluar dari *cover output* sebanyak 94,65 % dari berat pelastik yang dicacah. Dari data tersebut adalah bahwa mesin pencacah menunjukkan konsistensi yang baik dalam menghasilkan cacahan dengan persentase rendemen yang tinggi, menunjukkan bahwa mesin ini efektif dalam mencacah bahan

plastik dengan berbagai berat awal. Hal ini dapat dilihat dari persentase rendemen yang sebagian besar berada di atas 90%, dengan beberapa bahkan mendekati atau melebihi 97%. Dari data tersebut, dapat dilihat hasil manufaktur pembuatan mesin pencacah memiliki konsistensi cacahan yang baik dimana hasil rata-rata redmen hasil cacahan yang dihasilkan memiliki nilai sebesar 94,65%. Hal ini membuktikan bahwa hasil manufaktur yang dihasil padan mesin pencacah plastik ini bekerja dengan baik.